

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-120664

(43)Date of publication of application : 25.04.2000

(51)Int.Cl.

F16C 17/10

F16C 33/24

(21)Application number : 10-295665

(71)Applicant : NGK SPARK PLUG CO LTD

(22)Date of filing : 16.10.1998

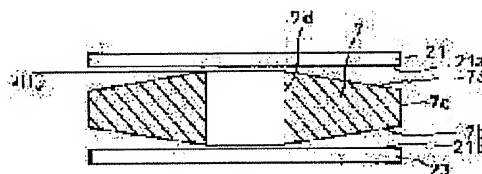
(72)Inventor : ISHIKAWA TAKANOBU

## (54) DYNAMIC PRESSURE BEARING OF CERAMIC

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a dynamic pressure bearing of ceramic capable of preventing linking or seizure to preclude damage of the ceramic material and accomplishing stable rotation.

SOLUTION: The flatness of the end-face dynamic pressure generating parts 7a and 7b in vertical direction of an outer cylinder 7 is set to a range under  $3\text{ }\mu\text{m}$ . Also the flatnesses of an end-face dynamic pressure generating part 21a below the upper thrust plate 21 and an end-face dynamic pressure generating part 21b over the lower thrust plate 23 are set to a range under  $3\text{ }\mu\text{m}$ . In the parts 7a and 7b, the outer cylinder 7 is arranged so that the inside surface 7d is positioned higher in the range  $0\text{--}2.5\text{ }\mu\text{m}$  than the outermost peripheral part 7c. The two thrust plates 21 and 23 are made from flat plate, having no level difference between the inside surface and the outermost peripheral part.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2000-120664  
(P2000-120664A)

(43) 公開日 平成12年4月25日 (2000. 4. 25)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコード* (参考)
F 1 6 C 17/10		F 1 6 C 17/10	A 3 J 0 1 1
33/24		33/24	A

審査請求 未請求 請求項の数15 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願平10-295665

(22) 出願日 平成10年10月16日 (1998. 10. 16)

(71) 出願人 000004547

日本特殊陶業株式会社

愛知県名古屋市瑞穂区高辻町14番18号

(72) 発明者 石川 敬展

愛知県名古屋市瑞穂区高辻町14番18号 日

本特殊陶業株式会社内

(74) 代理人 100082500

弁理士 足立 勉

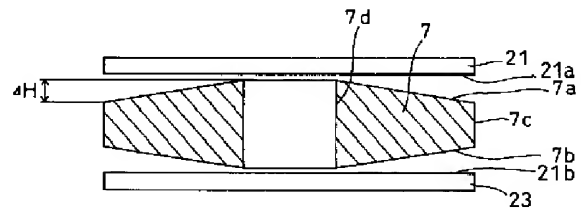
Fターム(参考) 3J011 AA04 BA02 BA06 BA08 CA02  
SD01

(54) 【発明の名称】 セラミックス製動圧軸受

(57) 【要約】

【課題】 リンキングや焼き付きの発生を防いでセラミックスの破損を防止できるとともに、安定した回転を実現できるセラミックス製動圧軸受を提供すること。

【解決手段】 外筒7の上下方向の両端面動圧発生部7a、7bの平面度は、3 $\mu$ m以下の範囲に設定されている。また、上側のスラスト板21の下方の端面動圧発生部21a及び下側のスラスト板23の上方の端面動圧発生部23bの平面度も、3 $\mu$ m以下の範囲に設定されている。更に、外筒7は、上下の端面動圧発生部7a、7bにおいて、最外周部7cよりも内周部7dの方が、0 $\mu$ mを上回り且つ2.5 $\mu$ m以下の範囲で高くされている。一方、両スラスト板21、23は平板であり、内周部と最外周部とで高さの差はない。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 固定部である内筒と回転部である外筒とを備えた軸受部を、2枚のスラスト板が挟み込む構造を有し、前記内筒、外筒及びスラスト板が、セラミックスから形成された気体動圧軸受であって、前記外筒の前記スラスト板に面する端面動圧発生部の平面度が、 $3\mu\text{m}$ 以下であることを特徴とするセラミックス製動圧軸受。

【請求項2】 固定部である内筒と回転部である外筒とを備えた軸受部を、2枚のスラスト板が挟み込む構造を有し、前記内筒、外筒及びスラスト板が、セラミックスから形成された気体動圧軸受であって、前記スラスト板の前記外筒に面する端面動圧発生部の平面度が、 $3\mu\text{m}$ 以下であることを特徴とするセラミックス製動圧軸受。

【請求項3】 固定部である内筒と回転部である外筒とを備えた軸受部を、2枚のスラスト板が挟み込む構造を有し、前記内筒、外筒及びスラスト板が、セラミックスから形成された気体動圧軸受であって、前記外筒の前記スラスト板に面する端面動圧発生部の平面度と、該外筒の端面動圧発生部に面する前記スラスト板の端面動圧発生部の平面度との合計が、 $3\mu\text{m}$ 以下であることを特徴とするセラミックス製動圧軸受。

【請求項4】 固定部である内筒と回転部である外筒とを備えた軸受部を、2枚のスラスト板が挟み込む構造を有し、前記内筒、外筒及びスラスト板が、セラミックスから形成された気体動圧軸受であって、前記外筒の前記スラスト板に面する端面動圧発生部にて、その内周部が最外周部に対して $0\mu\text{m}$ を上回り且つ $2.5\mu\text{m}$ 以下の範囲で凸であることを特徴とするセラミックス製動圧軸受。

【請求項5】 固定部である内筒と回転部である外筒とを備えた軸受部を、2枚のスラスト板が挟み込む構造を有し、前記内筒、外筒及びスラスト板が、セラミックスから形成された気体動圧軸受であって、前記スラスト板の前記外筒に面する端面動圧発生部にて、その内周部が最外周部に対して $0\mu\text{m}$ を上回り且つ $2.5\mu\text{m}$ 以下の範囲で凸であることを特徴とするセラミックス製動圧軸受。

【請求項6】 固定部である内筒と回転部である外筒とを備えた軸受部を、2枚のスラスト板が挟み込む構造を有し、前記内筒、外筒及びスラスト板が、セラミックスから形成された気体動圧軸受であって、前記外筒及び前記スラスト板にて、互いに面する端面動圧発生部の最外周部同士の間隔が、 $0\mu\text{m}$ を上回り且つ $2.5\mu\text{m}$ 以下の範囲であることを特徴とするセラミックス製動圧軸受。

【請求項7】 前記請求項1に記載のセラミックス製動圧軸受であって、前記外筒の前記スラスト板に面する端面動圧発生部に

て、その内周部が最外周部に対して $0\mu\text{m}$ を上回り且つ $2.5\mu\text{m}$ 以下の範囲で凸であることを特徴とするセラミックス製動圧軸受。

【請求項8】 前記請求項1に記載のセラミックス製動圧軸受であって、前記スラスト板の前記外筒に面する端面動圧発生部にて、その内周部が最外周部に対して $0\mu\text{m}$ を上回り且つ $2.5\mu\text{m}$ 以下の範囲で凸であることを特徴とするセラミックス製動圧軸受。

10 【請求項9】 前記請求項1に記載のセラミックス製動圧軸受であって、前記外筒及び前記スラスト板にて、互いに面する端面動圧発生部の最外周部同士の間隔が、 $0\mu\text{m}$ を上回り且つ $2.5\mu\text{m}$ 以下の範囲であることを特徴とするセラミックス製動圧軸受。

【請求項10】 前記請求項2に記載のセラミックス製動圧軸受であって、前記外筒の前記スラスト板に面する端面動圧発生部にて、その内周部が最外周部に対して $0\mu\text{m}$ を上回り且つ $2.5\mu\text{m}$ 以下の範囲で凸であることを特徴とするセラミックス製動圧軸受。

【請求項11】 前記請求項2に記載のセラミックス製動圧軸受であって、前記スラスト板の前記外筒に面する端面動圧発生部にて、その内周部が最外周部に対して $0\mu\text{m}$ を上回り且つ $2.5\mu\text{m}$ 以下の範囲で凸であることを特徴とするセラミックス製動圧軸受。

【請求項12】 前記請求項2に記載のセラミックス製動圧軸受であって、前記外筒及び前記スラスト板にて、互いに面する端面動圧発生部の最外周部同士の間隔が、 $0\mu\text{m}$ を上回り且つ $2.5\mu\text{m}$ 以下の範囲であることを特徴とするセラミックス製動圧軸受。

【請求項13】 前記請求項3に記載のセラミックス製動圧軸受であって、前記外筒の前記スラスト板に面する端面動圧発生部にて、その内周部が最外周部に対して $0\mu\text{m}$ を上回り且つ $2.5\mu\text{m}$ 以下の範囲で凸であることを特徴とするセラミックス製動圧軸受。

【請求項14】 前記請求項3に記載のセラミックス製動圧軸受であって、前記スラスト板の前記外筒に面する端面動圧発生部にて、その内周部が最外周部に対して $0\mu\text{m}$ を上回り且つ $2.5\mu\text{m}$ 以下の範囲で凸であることを特徴とするセラミックス製動圧軸受。

【請求項15】 前記請求項3に記載のセラミックス製動圧軸受であって、前記外筒及び前記スラスト板にて、互いに面する端面動圧発生部の最外周部同士の間隔が、 $0\mu\text{m}$ を上回り且つ $2.5\mu\text{m}$ 以下の範囲であることを特徴とするセラミックス製動圧軸受。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、回転時には、外筒と内筒とが非接触となるとともに外筒とスラスト板とが非接触となって、外筒が回転するセラミックス製動圧軸受に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】従来より、高速回転する高精度モータには、高速回転時の優れた軸受性能を得るためや、低回転ムラの発生の防止等のために、空気等の気体を媒体とした動圧軸受が用いられている。

【0003】この動圧軸受とは、外筒が回転する場合には、回転時に外筒が内筒の軸受面と非接触で支持されて回転するものであり、この内筒及び外筒の材料には、ステンレス等の金属もしくはこれらに窒化物や樹脂等のコーティングを施したものが一般的に用いられている。

【0004】また、これとは別に、近年では、焼き付きが生じにくくしかも耐摩耗性に優れている等の理由で、一部又は全体にアルミナ等のセラミックス製の動圧部品を用いたセラミックス製動圧軸受が開発されている。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】ところが、この様なセラミックス製動圧軸受の場合でも、固定部である内筒と回転部である外筒からなる軸受部を、2枚の円板状のスラスト板が挟み込む構造を有する動圧軸受においては、起動時及び停止時などに問題が生じることがあった。

【0006】具体的には、動圧軸受の起動時や停止時に、外筒とスラスト板とが接触する際に、リンキング（即ち隙間が真空状になって部材同士が密着する現象）や焼き付きが発生し、最悪の場合には、外筒やスラスト板等のセラミックス部材に破損が生じることがあった。

【0007】また、これとは別に、動圧軸受の回転時に、外筒が振動して回転が安定しないという問題が生じることがあった。本発明は、前記課題を解決するためになされたものであり、リンキングや焼き付きの発生を防いでセラミックスの破損を防止できるとともに、安定した回転を実現できるセラミックス製動圧軸受を提供することを目的とする。

## 【0008】

【課題を解決するための手段】（1）前記目的を達成するための請求項1の発明は、固定部である内筒と回転部である外筒とを備えた軸受部を、2枚のスラスト板が挟み込む構造を有し、前記内筒、外筒及びスラスト板が、セラミックスから形成された気体動圧軸受であって、前記外筒の前記スラスト板に面する端面動圧発生部の平面度が、 $3\mu\text{m}$ 以下であることを特徴とするセラミックス製動圧軸受を要旨とする。

【0009】本発明では、外筒のスラスト板に面する端面動圧発生部の平面度が、 $3\mu\text{m}$ 以下であるので、外筒が回転する際に、外筒端面とスラスト板の間隔が円周方

向に一定になり、発生した動圧も回転によるムラが少なくなる。そのため、外筒に振動が発生することを防止できるので、動圧軸受の回転動作を安定させることができる。また、外筒の振動を防止できるので、外筒等のセラミックス製の部材が周囲に接触して破損することも防止できる。

【0010】この様に、本発明によれば、前記平面度が $3\mu\text{m}$ 以下となるように加工すれば、振動の発生を抑制できることがわかるので、加工不足による振動の発生等を防止できるとともに、過度の加工による無駄を排除することができ、実際の工業製品の製造において、その効果は大きなものである。

【0011】また、本発明では、外筒の板厚方向（回転軸の軸方向）の両側（上下両側）に、動圧が発生する端面動圧発生部が形成されているが、上述した平面度の規定は、一方の側の端面動圧発生部だけでなく、両側にて満足することが望ましい。尚、本発明において、平面度とは、JIS B 0621に規定される様に、平面形体を幾何学的平行二平面で挟んだとき、平行二平面の間隔が最小となる場合の二平面の間隔で表すものであり、平面度何mm又は何 $\mu\text{m}$ と表示する。

【0012】（2）請求項2の発明は、固定部である内筒と回転部である外筒とを備えた軸受部を、2枚のスラスト板が挟み込む構造を有し、前記内筒、外筒及びスラスト板が、セラミックスから形成された気体動圧軸受であって、前記スラスト板の前記外筒に面する端面動圧発生部の平面度が、 $3\mu\text{m}$ 以下であることを特徴とするセラミックス製動圧軸受を要旨とする。

【0013】本発明では、スラスト板の外筒に面する端面動圧発生部の平面度が、 $3\mu\text{m}$ 以下であるので、外筒が回転する際に、外筒端面とスラスト板の間隔が円周方向に一定になり、発生した動圧も回転によるムラが少なくなる。そのため、外筒に振動が発生することを防止できるので、動圧軸受の回転動作を安定させることができる。また、外筒の振動を防止できるので、外筒等のセラミックス製の部材が周囲に接触して破損することも防止できる。

【0014】この様に、本発明によれば、前記平面度が $3\mu\text{m}$ 以下となるように加工すれば、振動の発生を抑制できることがわかるので、加工不足による振動の発生等を防止できるとともに、過度の加工による無駄を排除することができ、実際の工業製品の製造において、その効果は大きなものである。

【0015】また、本発明では、両スラスト板の板厚方向（回転軸の軸方向）において、その内側（外筒に面する側）に、動圧が発生する端面動圧発生部が形成されているが、上述した平面度の規定は、一方のスラスト板の端面動圧発生部だけでなく、両スラスト板にて満足することが望ましい。

【0016】（3）請求項3の発明は、固定部である内

筒と回転部である外筒とを備えた軸受部を、2枚のスラスト板が挟み込む構造を有し、前記内筒、外筒及びスラスト板が、セラミックスから形成された気体動圧軸受であって、前記外筒の前記スラスト板に面する端面動圧発生部の平面度と、該外筒の端面動圧発生部に面する前記スラスト板の端面動圧発生部の平面度との合計が、 $3\mu\text{m}$ 以下であることを特徴とするセラミックス製動圧軸受を要旨とする。

【0017】本発明は、外筒とスラスト板にて、互いに向き合う各端面動圧発生部の平面度の関係を示したものであり、両端面動圧発生部の平面度の合計が $3\mu\text{m}$ 以下の場合には、前記請求項1及び請求項2の発明と同様に、外筒の振動の防止、セラミックスの破損防止が得られる。

【0018】この様に、本発明によれば、前記平面度の合計が $3\mu\text{m}$ 以下となるように加工すれば、振動の発生を抑制できることがわかるので、加工不足による振動の発生等を防止できるとともに、過度の加工による無駄を排除することができ、実際の工業製品の製造において、その効果は大きなものである。

【0019】(4)請求項4の発明は、固定部である内筒と回転部である外筒とを備えた軸受部を、2枚のスラスト板が挟み込む構造を有し、前記内筒、外筒及びスラスト板が、セラミックスから形成された気体動圧軸受であって、前記外筒の前記スラスト板に面する端面動圧発生部にて、その内周部が最外周部に対して $0\mu\text{m}$ を上回り且つ $2.5\mu\text{m}$ 以下の範囲で凸であることを特徴とするセラミックス製動圧軸受を要旨とする。

【0020】本発明では、外筒のスラスト板に面する端面動圧発生部にて、その内周部が最外周部に対して $0\mu\text{m}$ を上回り且つ $2.5\mu\text{m}$ 以下の範囲で凸であるので、起動時や停止時に、リンキング及び焼き付きの発生を防止でき、それにより、セラミックスの破損を防止できる。

【0021】つまり、本発明では、外筒の最外周部では、外筒とスラスト板との距離が内周部より前記所定の範囲内で離れているので、起動時や停止時の様に、外筒が下方のスラスト板に着座する状態であっても、最外周部はスラスト板に接触し難い。そのため、起動時には、リンキング及び焼き付きを起こすことなくスムーズに回転を開始するとともに、停止時には、最外周部がスラスト板に密着しリンキング及び焼き付きにより急停止することがない。

【0022】尚、凸の範囲が $2.5\mu\text{m}$ を上回る場合は、動圧の発生が安定せず、振動が大きくなるので、好ましくない(以下同様)。また、本発明では、外筒の板厚方向(回転軸の軸方向)の両側(上下両側)に、動圧が発生する端面動圧発生部が形成されているが、上述した凸となる寸法の規定は、一方の側(特に下方)の端面動圧発生部だけでなく、両側にて満足することが望まし

い。

【0023】(5)請求項5の発明は、固定部である内筒と回転部である外筒とを備えた軸受部を、2枚のスラスト板が挟み込む構造を有し、前記内筒、外筒及びスラスト板が、セラミックスから形成された気体動圧軸受であって、前記スラスト板の前記外筒に面する端面動圧発生部にて、その内周部が最外周部に対して $0\mu\text{m}$ を上回り且つ $2.5\mu\text{m}$ 以下の範囲で凸であることを特徴とするセラミックス製動圧軸受を要旨とする。

【0024】本発明では、スラスト板の外筒に面する端面動圧発生部にて、その内周部が最外周部に対して $0\mu\text{m}$ を上回り且つ $2.5\mu\text{m}$ 以下の範囲で凸であるので、前記請求項4と同様に、起動時や停止時に、リンキング及び焼き付きの発生を防止でき、それにより、セラミックスの破損を防止できる。

【0025】また、本発明では、両スラスト板の板厚方向(回転軸の軸方向)において、その内側(外筒に面する側)に、動圧が発生する端面動圧発生部が形成されているが、上述した凸となる寸法の規定は、一方(特に下方の)のスラスト板の端面動圧発生部だけでなく、両スラスト板にて満足することが望ましい。

【0026】(6)請求項6の発明は、固定部である内筒と回転部である外筒とを備えた軸受部を、2枚のスラスト板が挟み込む構造を有し、前記内筒、外筒及びスラスト板が、セラミックスから形成された気体動圧軸受であって、前記外筒及び前記スラスト板にて、互いに面する端面動圧発生部の最外周部同士の間隔が、 $0\mu\text{m}$ を上回り且つ $2.5\mu\text{m}$ 以下の範囲であることを特徴とするセラミックス製動圧軸受を要旨とする。

【0027】本発明は、外筒及びスラスト板にて、互いに面する端面動圧発生部の最外周部同士の間隔を規定したものであって、その間隔が $0\mu\text{m}$ を上回り且つ $2.5\mu\text{m}$ 以下である場合には、前記請求項4及び請求項5の発明と同様に、起動時及び停止時のリンキング及び焼き付きの抑制、セラミックスの破損防止の効果が得られる。

【0028】(7)請求項7の発明は、前記請求項1に記載のセラミックス製動圧軸受であって、前記外筒の前記スラスト板に面する端面動圧発生部にて、その内周部が最外周部に対して $0\mu\text{m}$ を上回り且つ $2.5\mu\text{m}$ 以下の範囲で凸であることを特徴とするセラミックス製動圧軸受を要旨とする。

【0029】本発明は、前記請求項1の構成に前記請求項4の構成を加えたものである。従って、上述した請求項1の発明による効果と請求項4の発明による効果を奏するとともに、動圧軸受の回転に対するその相乗的な作用により、セラミックスの破損防止の効果が一層大きくなる。

【0030】(8)請求項8の発明は、前記請求項1に記載のセラミックス製動圧軸受であって、前記スラスト

10

20

30

40

50

板の前記外筒に面する端面動圧発生部にて、その内周部が最外周部に対して $0\mu\text{m}$ を上回り且つ $2.5\mu\text{m}$ 以下の範囲で凸であることを特徴とするセラミックス製動圧軸受を要旨とする。

【0031】本発明は、前記請求項1の構成に前記請求項5の構成を加えたものである。従って、上述した請求項1の発明による効果と請求項5の発明による効果を奏するとともに、動圧軸受の回転に対するその相乗的な作用により、セラミックスの破損防止の効果が一層大きくなる。

【0032】(9)請求項9の発明は、前記請求項1に記載のセラミックス製動圧軸受であって、前記外筒及び前記スラスト板にて、互いに面する端面動圧発生部の最外周部同士の間隔が、 $0\mu\text{m}$ を上回り且つ $2.5\mu\text{m}$ 以下の範囲であることを特徴とするセラミックス製動圧軸受を要旨とする。

【0033】本発明は、前記請求項1の構成に前記請求項6の構成を加えたものである。従って、上述した請求項1の発明による効果と請求項6の発明による効果を奏するとともに、動圧軸受の回転に対するその相乗的な作用により、セラミックスの破損防止の効果が一層大きくなる。

【0034】(10)請求項10の発明は、前記請求項2に記載のセラミックス製動圧軸受であって、前記外筒の前記スラスト板に面する端面動圧発生部にて、その内周部が最外周部に対して $0\mu\text{m}$ を上回り且つ $2.5\mu\text{m}$ 以下の範囲で凸であることを特徴とするセラミックス製動圧軸受を要旨とする。

【0035】本発明は、前記請求項2の構成に前記請求項4の構成を加えたものである。従って、上述した請求項2の発明による効果と請求項4の発明による効果を奏するとともに、動圧軸受の回転に対するその相乗的な作用により、セラミックスの破損防止の効果が一層大きくなる。

【0036】(11)請求項11の発明は、前記請求項2に記載のセラミックス製動圧軸受であって、前記スラスト板の前記外筒に面する端面動圧発生部にて、その内周部が最外周部に対して $0\mu\text{m}$ を上回り且つ $2.5\mu\text{m}$ 以下の範囲で凸であることを特徴とするセラミックス製動圧軸受を要旨とする。

【0037】本発明は、前記請求項2の構成に前記請求項5の構成を加えたものである。従って、上述した請求項2の発明による効果と請求項5の発明による効果を奏するとともに、動圧軸受の回転に対するその相乗的な作用により、セラミックスの破損防止の効果が一層大きくなる。

【0038】(12)請求項12の発明は、前記請求項2に記載のセラミックス製動圧軸受であって、前記外筒及び前記スラスト板にて、互いに面する端面動圧発生部の最外周部同士の間隔が、 $0\mu\text{m}$ を上回り且つ $2.5\mu\text{m}$

$\text{m}$ 以下の範囲であることを特徴とするセラミックス製動圧軸受を要旨とする。

【0039】本発明は、前記請求項2の構成に前記請求項6の構成を加えたものである。従って、上述した請求項2の発明による効果と請求項6の発明による効果を奏するとともに、動圧軸受の回転に対するその相乗的な作用により、セラミックスの破損防止の効果が一層大きくなる。

10 【0040】(13)請求項13の発明は、前記請求項3に記載のセラミックス製動圧軸受であって、前記外筒の前記スラスト板に面する端面動圧発生部にて、その内周部が最外周部に対して $0\mu\text{m}$ を上回り且つ $2.5\mu\text{m}$ 以下の範囲で凸であることを特徴とするセラミックス製動圧軸受を要旨とする。

【0041】本発明は、前記請求項3の構成に前記請求項4の構成を加えたものである。従って、上述した請求項3の発明による効果と請求項4の発明による効果を奏するとともに、動圧軸受の回転に対するその相乗的な作用により、セラミックスの破損防止の効果が一層大きくなる。

【0042】(14)請求項14の発明は、前記請求項3に記載のセラミックス製動圧軸受であって、前記スラスト板の前記外筒に面する端面動圧発生部にて、その内周部が最外周部に対して $0\mu\text{m}$ を上回り且つ $2.5\mu\text{m}$ 以下の範囲で凸であることを特徴とするセラミックス製動圧軸受を要旨とする。

【0043】本発明は、前記請求項3の構成に前記請求項5の構成を加えたものである。従って、上述した請求項3の発明による効果と請求項5の発明による効果を奏するとともに、動圧軸受の回転に対するその相乗的な作用により、セラミックスの破損防止の効果が一層大きくなる。

【0044】(15)請求項15の発明は、前記請求項3に記載のセラミックス製動圧軸受であって、前記外筒及び前記スラスト板にて、互いに面する端面動圧発生部の最外周部同士の間隔が、 $0\mu\text{m}$ を上回り且つ $2.5\mu\text{m}$ 以下の範囲であることを特徴とするセラミックス製動圧軸受を要旨とする。

40 【0045】本発明は、前記請求項3の構成に前記請求項6の構成を加えたものである。従って、上述した請求項3の発明による効果と請求項6の発明による効果を奏するとともに、動圧軸受の回転に対するその相乗的な作用により、セラミックスの破損防止の効果が一層大きくなる。

【0046】

【発明の実施の形態】次に、本発明のセラミックス製動圧軸受の実施例について説明する。

(実施例1)

a)本実施例のセラミックス製動圧軸受は、図1に示す様に、例えばポリゴンミラーを回転駆動するためのモー

タユニット1に使用されるものであり、空気を媒体とした動圧軸受(気体動圧軸受)3である。

【0047】このモータユニット1では、外筒5側を回転させるために、外筒5の外周に取り付けられた環状部7の下面側には永久磁石9が配置され、この永久磁石9と対向する基台11上に電磁石13が配置されている。b)次に、本実施例の要部である動圧軸受3について説明する。

【0048】図2に示す様に、本実施例の動圧軸受3は、固定部である円筒状の内筒(内径15mm、外径25mm、軸方向長さ8mm)15と、その内筒15に間隙を介して外嵌された回転部である外筒(内径5mm、外径15mm、軸方向長さ8mm)7と、この内筒15及び外筒7からなるラジアル軸受部19を、図の上下方向両側から挟む一対のスラスト板(内径5mm、外径25mm、厚さ2mm)21、23とから構成されている。尚、前記内筒15、外筒7及びスラスト板21、23は、アルミナセラミックからなる。

【0049】この動圧軸受3は、内筒15がスラスト板21、23に挟まれ、ネジ25(図1参照)により押圧固定されており、スラスト板21、23の間に挟まれた外筒7のみが回転する構成である。また、外筒7は内筒15に対して偏心して配置されており、外筒7の中心軸は内筒15の中心軸と例えば5 $\mu$ mだけわずかにずれている。よって、動圧軸受3の原理により、外筒7は内筒15と非接触にて、且つ外筒7はスラスト板21、23と非接触にて、高速回転する。尚、動圧軸受3の回転時において、内筒15と外筒7との間には左右各々0.005mmの間隙が形成され、且つ外筒7とスラスト板21との間には上下各々0.006mmの間隙が形成される。

【0050】特に本実施例では、外筒7の上下方向の両端面(端面動圧発生部)7a、7bの平面度は、3 $\mu$ m以下の範囲(例えば15 $\mu$ m)に設定されている。また、上側のスラスト板21の下方の端面(端面動圧発生部)21a及び下側のスラスト板23の上方の端面(端面動圧発生部)23bの平面度も、3 $\mu$ m以下の範囲(例えば1.0 $\mu$ m)に設定されている。

【0051】更に、本実施例では、外筒7は、図3に特徴を強調して示す様に、上下の端面動圧発生部7a、7bの各々において、最外周部7cよりも貫通孔に面する側の内周部7dの方が、0 $\mu$ mを上回り且つ2.5 $\mu$ m以下の範囲で(例えば1.0 $\mu$ m)高くなっている。つまり、各々の端面において、内周部7dの方が最外周部7cより、高さの差 $\Delta H$ だけ厚くなる様に、滑らかに凸(クラウニング)になっている(従って、両側では2 $\Delta H$ だけ厚くなっている)。一方、両スラスト板21、23は平板であり、内周部と最外周部とで高さの差はない。

【0052】尚、外筒7及び内筒15のうち少なくとも

一方の回転面(例えば内筒15側のみ)には、外筒7の回転を内筒15と非接触に滑らかに行うために、周知の動圧溝(図示せず)が形成されている。また、外筒7及びスラスト板21、23の向き合う端面のうち少なくとも一方の端面(例えばスラスト板21、23側のみ)には、外筒7の回転をスラスト板21、23と非接触に滑らかに行うために、周知の動圧溝(図示せず)が形成されている。

【0053】c)上述した動圧軸受3は、下記の方法により製造することができる。各セラミックス部材、即ち、内筒15、外筒7、及びスラスト板21、23に対応して、アルミナからなるセラミック粉末をプレス成形して、各セラミック部材となる圧粉体を焼結し、この焼結品に研磨加工を施して所定の寸法に仕上げる。特に、外筒7に対しては、各端面動圧発生部7a、7bにおいて高さの差 $\Delta H$ を形成する様に研磨する。

【0054】その後、回転面に動圧溝を形成する。この動圧溝は、例えばサンドブラストやエッチング等により形成する。そして、得られた動圧軸受3をモータユニット1に組み込む。この様に、本実施例では、外筒7の両端面動圧発生部7a、7b及び両スラスト板21、23の端面動圧発生部21a、23bの平面度が、3 $\mu$ m以下であるので、回転する際に動圧が発生する回転面において、適度なクリアランスを確保することができる。よって、回転時の振動が少なく、外筒7やスラスト板21、23等のセラミック部材の破損が生じ難い。

【0055】また、外筒7の両端面動圧発生部7a、7bでは、その最外周部7cと内周部7dとの高さの差 $\Delta H$ が、0 $\mu$ mを上回り且つ2.5 $\mu$ mを上回る範囲であるので、起動時及び停止時におけるリンキング及び焼き付きの発生を抑制できる。よって、外筒7やスラスト板21、23等のセラミック部材の破損が生じ難い。

【0056】尚、上述した平面度と(内周部と最外周部との)高さの差 $\Delta H$ との関係について言えば、端面動圧発生部の最外周部にうねり(例えば0.5 $\mu$ m程度)があることがあるが、この場合、最外周部のうねりと前記高さの差 $\Delta H$ とを合計した値が、実際の平面度に該当する。

【0057】(他の実施例)次に、前記実施例1以外の他の実施例について説明する。他の実施例のセラミックス製動圧軸受においては、前記実施例1に示す、外筒及びスラスト板のセラミックス部材の寸法形状や構成以外に、下記の寸法形状や構成のセラミック部材を採用できる。

【0058】a)図4(a)に示す様に、外筒の両端面動圧発生部と各スラスト板の端面動圧発生部とが平行であり、外筒の少なくとも一方の端面動圧発生部の平面度のみが、3 $\mu$ m以下の範囲のもの。尚、図では、3 $\mu$ m以下の平面度の箇所(ここでは両端面動圧発生部)を、斜線で模式的に示す(以下同様)。

【0059】b) 図4(b)に示す様に、外筒の両端面動圧発生部と各スラスト板の端面動圧発生部とが平行であり、各スラスト板の少なくとも一方の端面動圧発生部の平面度のみが、 $3\mu\text{m}$ 以下の範囲のもの。

c) 図4(c)に示す様に、外筒の両端面動圧発生部と各スラスト板の端面動圧発生部とが平行であり、外筒の少なくとも一方の端面動圧発生部の平面度、及び各スラスト板の少なくとも一方の端面動圧発生部の平面度が、 $3\mu\text{m}$ 以下の範囲のもの。

【0060】d) 図4(d)に示す様に、端面動圧発生部における平面度は規定していないが、外筒の少なくとも一方の端面動圧発生部において、内周部の方が最外周部より、 $0\mu\text{m}$ を上回り且つ $2.5\mu\text{m}$ 以下の範囲で凸のもの。尚、図では、両端面動圧部で高さに差がある様に示してある(以下同様)。

【0061】e) 図4(e)に示す様に、端面動圧発生部における平面度は規定していないが、両スラスト板の少なくとも一方の端面動圧発生部において、内周部の方が最外周部より、 $0\mu\text{m}$ を上回り且つ $2.5\mu\text{m}$ 以下の範囲で凸のもの。

f) 図4(f)に示す様に、端面動圧発生部における平面度は規定しておらず、また、外筒やスラスト板のどちらがどの程度凸であるかは規定していないが、外筒の少なくとも一方の端面動圧発生部の最外周部と、それに対向するスラスト板の端面動圧発生部の最外周部との間隔 $\Delta S$ が、動圧軸受の回転停止時において、 $0\mu\text{m}$ を上回り且つ $2.5\mu\text{m}$ 以下の範囲のもの。尚、 $\Delta S$ は、外筒とスラスト板を接触させた状態において、その外周側での両部材のクリアランスである。

【0062】更に、前記a)～f)の実施例以外に、各々を組み合わせたものが考えられる。例えば、図4に示す様に、(a-d)、(a-e)、(a-f)、(b-d)、(b-e)、(b-f)、(c-d)、(c-e)、(c-f)、などの構成の実施例が挙げられる。尚、このうち、(c-d)が、上述した実施例1に該当するが、整理するために重複して記載する。

【0063】(実験例)次に、上述した実施例の効果を確認するために行った実験例について説明する。上述した実施例の構造のモータユニットにおいて、以下に示す様に、前記①平面度及び②高さの差 $\Delta H$ の条件を変更し、各種の動圧軸受の試料を作製した。

【0064】この動圧軸受の試料に対して、動圧軸受を20000rpmの回転数で回転させた。そして、下記\*

		外筒平面度	スラスト板平面度	平面度合計	振動の有無
請求項3	範囲内	0.5 $\mu\text{m}$	0.5 $\mu\text{m}$	1.0 $\mu\text{m}$	◎
		1.0 $\mu\text{m}$	1.0 $\mu\text{m}$	2.0 $\mu\text{m}$	○
		1.5 $\mu\text{m}$	1.5 $\mu\text{m}$	3.0 $\mu\text{m}$	○
	範囲外	2.5 $\mu\text{m}$	2.5 $\mu\text{m}$	5.0 $\mu\text{m}$	×

\*の測定項目(1)、(2)について調べた。

(1)平面度に関する実験

・振動の有無の確認(回転中に測定)

但し、振動の検出は、非接触式のレーザ変位計(50000回/秒のサンプリング可能)を用いて行なう。

【0065】以下、各表では、その結果を、◎;振動極小、○;振動小、×;使用不可、で示した。

(2)高さの差(端面高さ) $\Delta H$ (最外周部の間隔 $\Delta S$ )に関する実験

・焼き付きの有無の確認(起動時及び停止時に焼き付きが発生したか否かを確認)

以下、各表では、その結果を、○;焼き付き無し、×;焼き付き発生、で示した。

【0066】

【表1】

		外筒平面度	振動の有無
請求項1	範囲内	1.5 $\mu\text{m}$	◎
		3.0 $\mu\text{m}$	○
	範囲外	4.5 $\mu\text{m}$	×

【0067】但し、外筒平面度は、外筒の両端面動圧発生部の平面度

両スラスト板の各端面動圧発生部の平面度は、 $0.1\mu\text{m}$ 以下

この表1から明かな様に、外筒の端面動圧発生部の平面度が $3\mu\text{m}$ 以下の場合には、振動が少なく好適である。

【0068】

【表2】

		スラスト板平面度	振動の有無
請求項2	範囲内	1.5 $\mu\text{m}$	◎
		3.0 $\mu\text{m}$	○
	範囲外	4.5 $\mu\text{m}$	×

【0069】但し、スラスト板平面度は、両スラスト板の端面動圧発生部の平面度

外筒の両端面動圧発生部の平面度は、 $0.1\mu\text{m}$ 以下

この表2から明かな様に、スラスト板の端面動圧発生部の平面度が $3\mu\text{m}$ 以下の場合には、振動が少なく好適である。

【0070】

【表3】



【0071】この表3から明かな様に、対向する外筒及びスラスト板の端面動圧発生部の平面度の合計が $3\mu\text{m}$ 以下の場合には、振動が少なく好適である。

【0072】

【表4】

請求項4	範囲内	外筒端面高さ	焼付の有無	振動の有無
		$-1.5\mu\text{m}$	×	○
		$0.0\mu\text{m}$	×	◎
		$+1.5\mu\text{m}$	○	○
		$+2.5\mu\text{m}$	○	○
	範囲外	$+3.5\mu\text{m}$	○	×

【0073】但し、外筒端面高さとは、外筒の端面動圧発生部において、内周部－最外周部の高さの差 $\Delta H$ であり、－は内周部の方が低く凹状であることを示し、＋は内周部の方が高く凸状であることを示す。また、外筒の端面動圧発生部の最外周部のうねりは $0.5\mu\text{m}$ 以下、スラスト板の端面動圧発生部の平面度は、 $0.1\mu\text{m}$ 以下とする。

【0074】この表4から明かな様に、外筒端面高さが、 $0\mu\text{m}$ を上回り且つ $2.5\mu\text{m}$ 以下の範囲では、焼き付きがなく且つ振動が少なく好適である。

\*【0075】

【表5】

請求項5	範囲内	スラスト板端面高さ	焼付の有無	振動の有無
		$-1.5\mu\text{m}$	×	○
		$0.0\mu\text{m}$	×	◎
		$+1.5\mu\text{m}$	○	○
		$+2.5\mu\text{m}$	○	○
	範囲外	$+3.5\mu\text{m}$	○	×

【0076】但し、スラスト板端面高さとは、スラスト板の端面動圧発生部において、内周部－最外周部の高さの差 $\Delta H$ であり、－は内周部の方が低く凹状であることを示し、＋は内周部の方が高く凸状であることを示す。また、外筒の端面動圧発生部の最外周部のうねりは $0.5\mu\text{m}$ 以下、スラスト板の端面動圧発生部の平面度は、 $0.1\mu\text{m}$ 以下とする。

【0077】この表5から明かな様に、スラスト板端面高さが、 $0\mu\text{m}$ を上回り且つ $2.5\mu\text{m}$ 以下の範囲では、焼き付きがなく且つ振動が少なく好適である。

【0078】

【表6】

請求項6	範囲外	外筒端面高さ [ $\mu\text{m}$ ]	スラスト板 端面高さ [ $\mu\text{m}$ ]	最外周部 の間隔 $\Delta S$ [ $\mu\text{m}$ ]	焼付の有無	振動の有無
		$-1.0$	$-1.5$	$-2$	×	○
		$-1.0$	$0.0$	$-1$	×	○
		$-1.0$	$+1.0$	$0$	×	◎
		$0.0$	$-1.0$	$-1$	×	○
	範囲内	$0.0$	$0.0$	$0$	×	◎
		$0.0$	$+1.0$	$+1$	○	◎
	範囲内	$0.0$	$+1.5$	$+1.5$	○	○
		$+1.0$	$-1.0$	$0$	×	○
	範囲内	$+1.0$	$0.0$	$+1$	○	◎
		$+1.0$	$+1.0$	$+2$	○	○
		$+1.0$	$+1.5$	$+2.5$	○	○
		$+1.5$	$0.0$	$+1.5$	○	○
		$+1.5$	$+1.0$	$+2.5$	○	○
	範囲外	$+1.5$	$+1.5$	$+3$	×	×

【0079】但し、外筒端面高さ及びスラスト板端面高さの±等は、前記表4、5にて示した定義と同じである。また、外筒及びスラスト板の端面動圧発生部の最外周部のうねりは、共に $0.5\mu\text{m}$ 以下とする。

【0080】この表6から明かな様に、外筒とスラスト板の端面動圧発生部の最外周部同士の間隔が、 $0\mu\text{m}$ を

上回り且つ $2.5\mu\text{m}$ 以下の範囲では、焼き付きがなく好適である。尚、本発明は前記実施例になんら限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲において種々の態様で実施しうることはいうまでもない。

【0081】例えば前記実施例1では、材料としてアルミナを用いて、内筒、外筒、及びスラスト板を作製した

が、それ以外に、ジルコニア、アルミナとジルコニアの混合材料、窒化珪素等を用いてもよい。

【0082】

【発明の効果】以上詳述した様に、本発明の請求項1～3のセラミックス製動圧軸受では、外筒やスラスト板の端面動圧発生部の平面度が、各々又は合計が $3\mu\text{m}$ 以下であるので、外筒に振動が発生し難い。それにより、外筒やスラスト板等のセラミックス部材の破損を防止できる。

【0083】また、請求項4～6のセラミックス製動圧軸受では、外筒やスラスト板の端面動圧発生部において、内周部が最外周部より $0\mu\text{m}$ を上回り且つ $2.5\mu\text{m}$ 以下の範囲で高くなっているの、又は、最外周部同士の間隔が $0\mu\text{m}$ を上回り且つ $2.5\mu\text{m}$ 以下であるので、起動時や停止時に、リンクング及び焼き付きが発生し難い。それにより、外筒やスラスト板等のセラミック\*

\*ス部材の破損を防止できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 実施例の動圧軸受が使用されたモータユニットを一部破断して示す正面図である。

【図2】 実施例の動圧軸受を示し、(a)は動圧軸受を示す平面図、(b)は動圧軸受を示す分解斜視図である。

【図3】 実施例の外筒の特徴を強調して示す説明図である。

【図4】 他の実施例を示す説明図である。

【符号の説明】

1…モータユニット

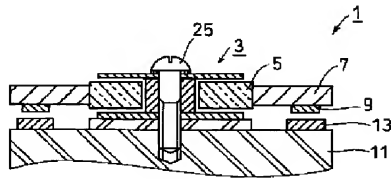
7…外筒

15…内筒

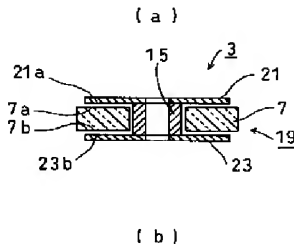
21, 23…スラスト板

7a, 7b, 21a, 23b…端面動圧発生部

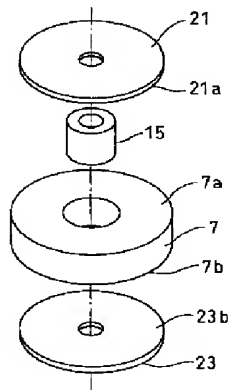
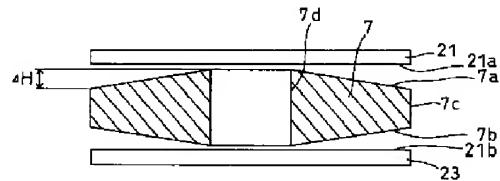
【図1】



【図2】



【図3】



【図 4】

